

AKUMULACE

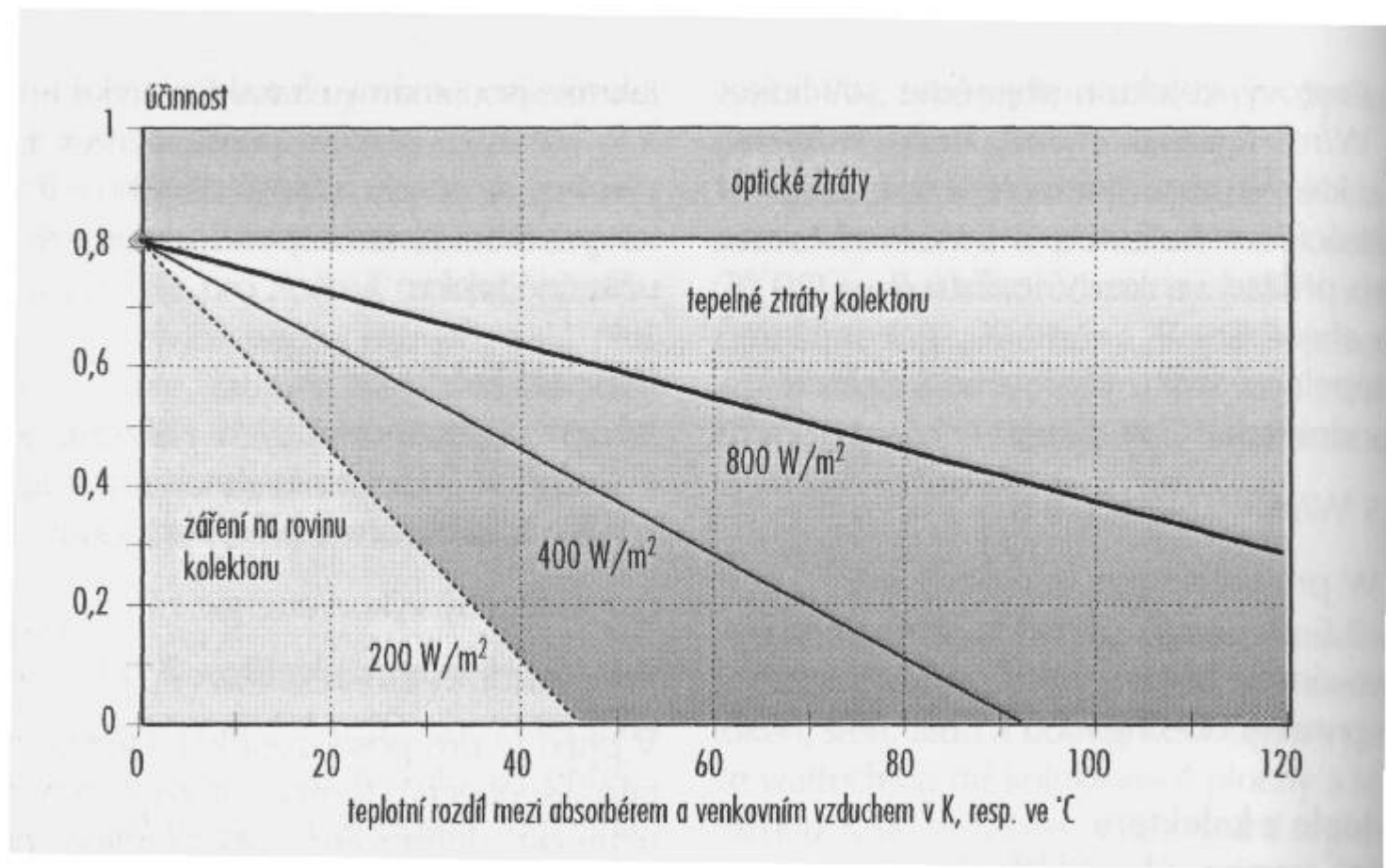
srdce solárních systémů

**Petr Kramoliš, Projekce OZE, Ostrava-Poruba, Slavíkova 6143,
tel: 596 927 121, 603 704 483, kramolis@mybox.cz**

Kvalitní solární kolektory mohou získat energii s velmi dobrou účinností,
avšak samy o sobě ještě dobrou solární soustavu nedělají.

- vliv provozních parametrů

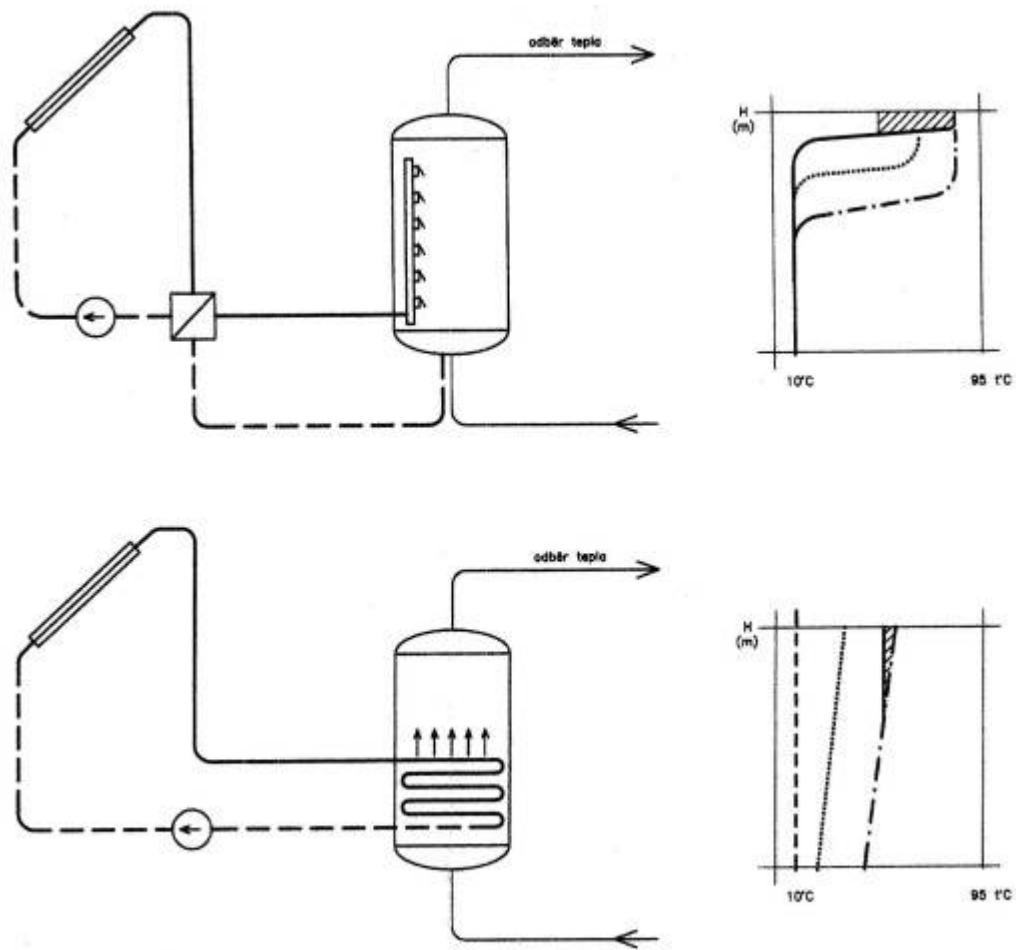
O využití solární energie rozhoduje celý solární systém včetně regulace a akumulace.



Tepelný zásobník – vyrovnávací (puffer) zásobník – zásobník pitné vody

Médium	Rozsah teplot (°C)	Specifická tepelná kapacita (Wh/kg K)	Objemová tepelná kapacita (Wh/m ³ K)	Hustota (kg/m ³)
voda	0–100	1,16	1160	998
vzduch	-273–> 1 000	0,28	0,31	1,1
olej	0–400	0,44–0,5	350–450	800–900
štěrk, písek	0–800	0,2	360–390	1800–2000
granit	0–800	0,21	570	2750
beton	0–500	0,24	460–560	1900–2300
cihla	0–1000	0,23	330–440	1400–1900
železo	0–800	0,13	1000	7860
štěrkovodní zásyp (37 % vody)	0–100	0,37	810	2200
tavenina solí (53 KNO ₃ + 4 NaNO ₂ + 7 NaNO ₃)	150–450	0,36	480–550	2561–2243

Tab. 1 Specifická objemová tepelná kapacita materiálů pro akumulaci tepla při 20°C



obr. 1

Obr.1 Srovnání stratifikačního a klasického zásobníku tepla

Stratifikace

Nabíjení celého objemu

Výhody

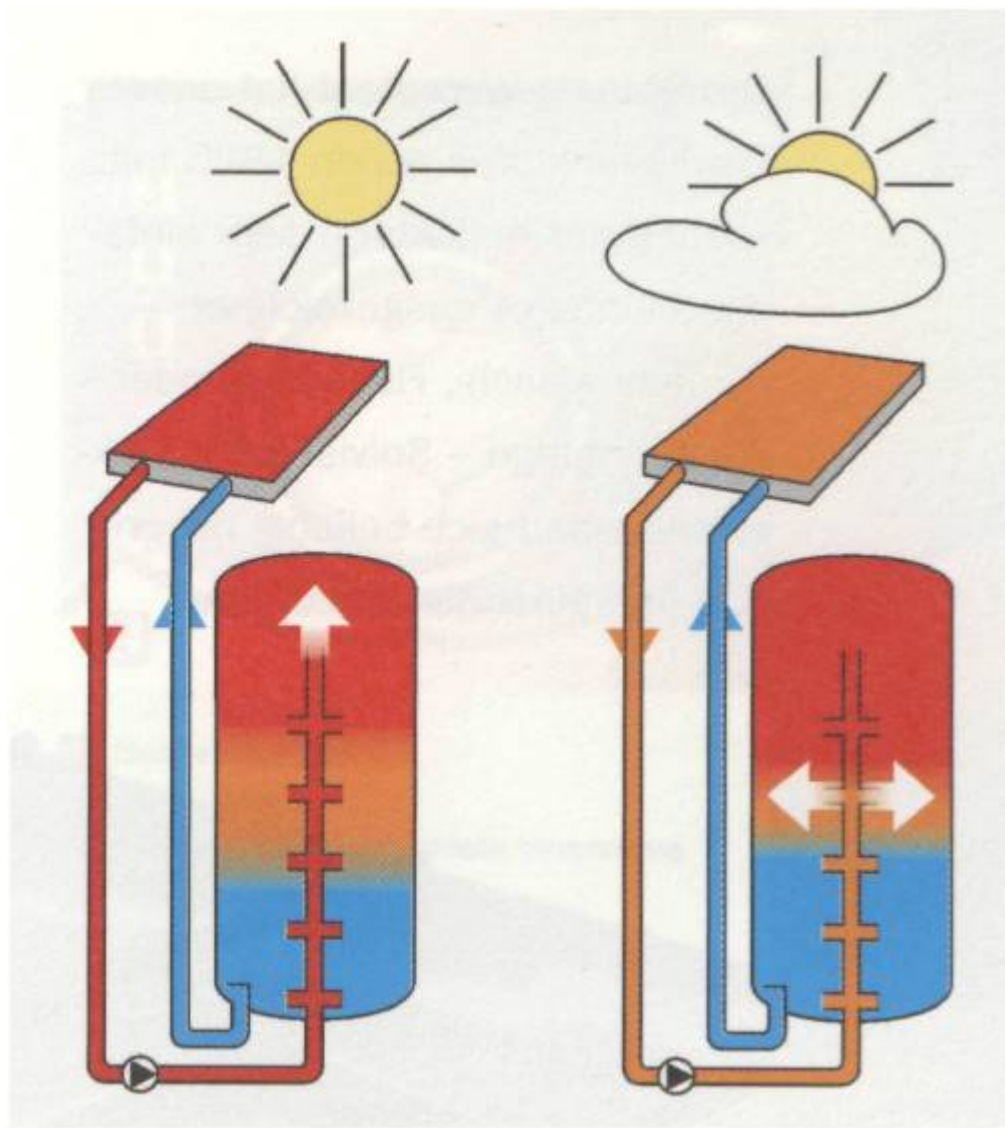
- požadovaná teplota ihned
- menší tepelné ztráty
- krátká doba

- jednodušší konstrukce

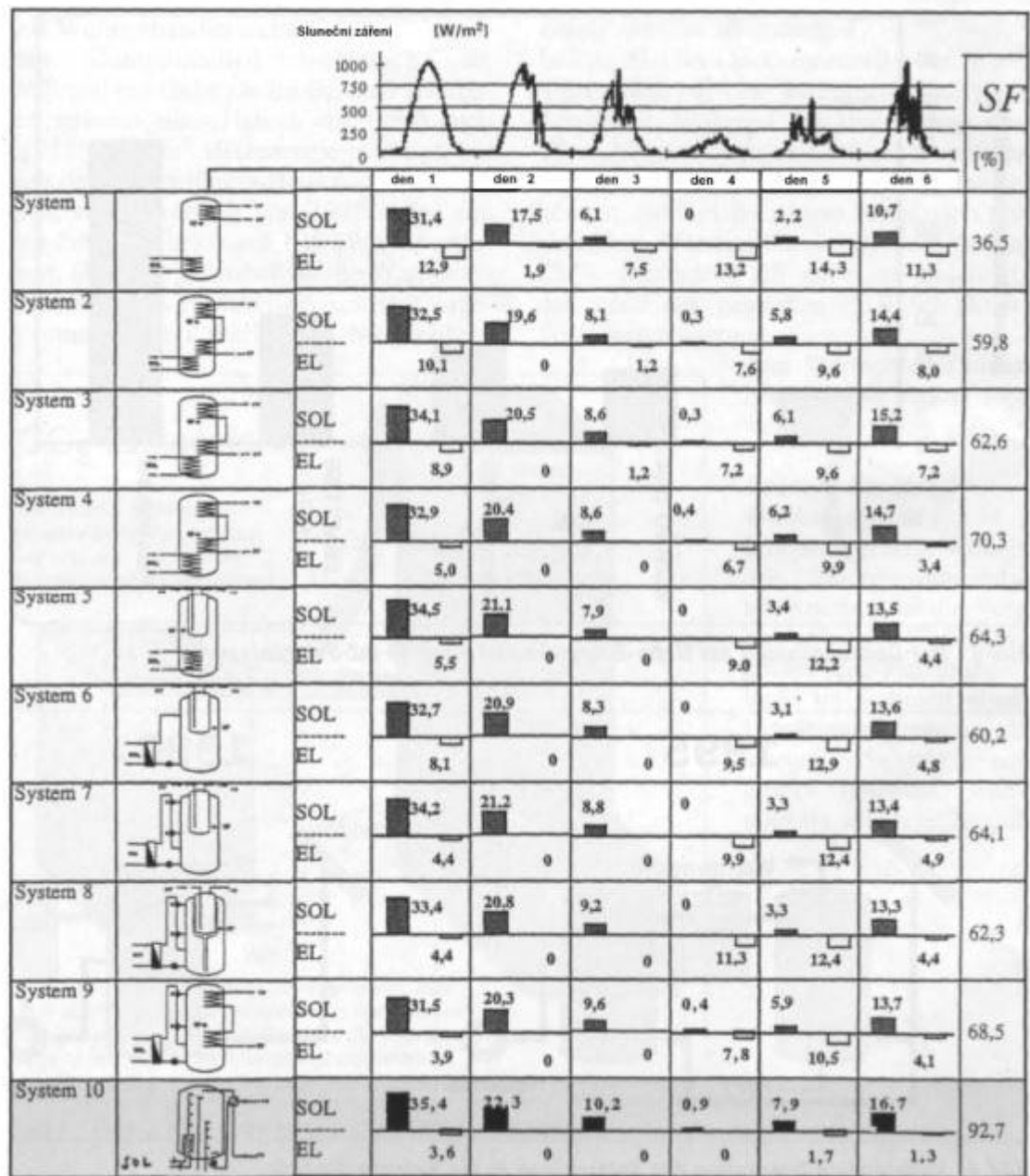
Nevýhody

- nutnost použít vestavbu

- vyšší spotřeba cizí energie
 - nižší solární pokryv
 - vyšší tepelné ztráty
 - dlouhá doba nabíjení
-



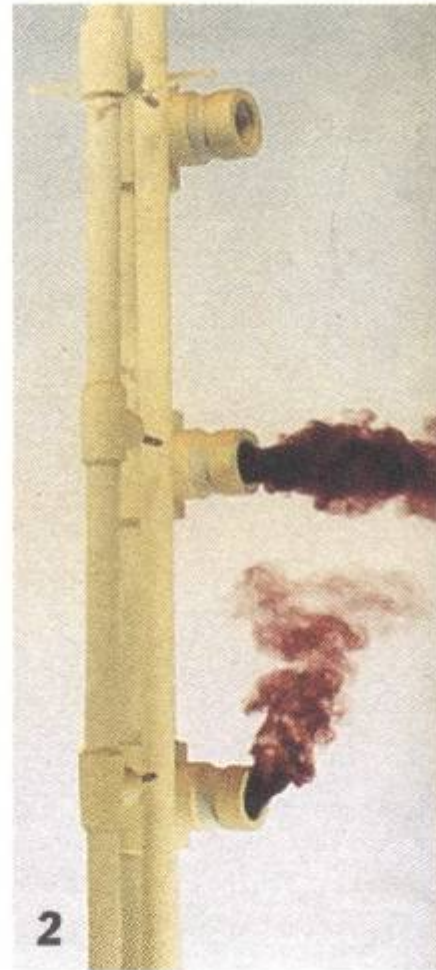
Obr.2 Ideální rozvrstvení podle teplot při nabíjení



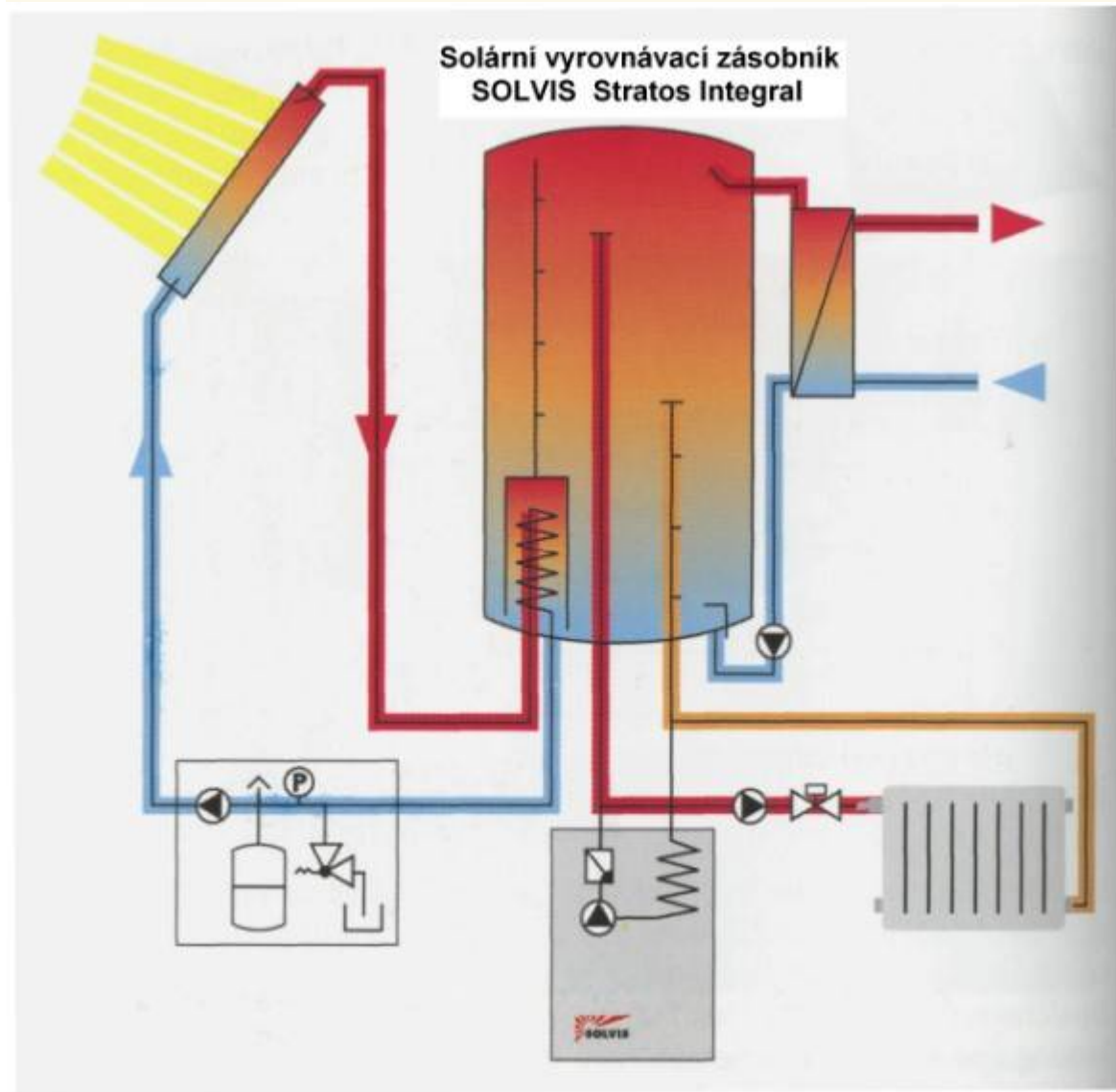
Tab.2 Výsledky testování zásobníků ve středisku „Solar Energy Research Centers“ ve Švédsku.

Vstupní podmínky

- 10 m² kolektoru stejné výroby (viz řádek SOL)
- dodatková energie z elektrického zdroje (řádek EL)
- stupeň solárního pokrytí (SF – solar fraction)

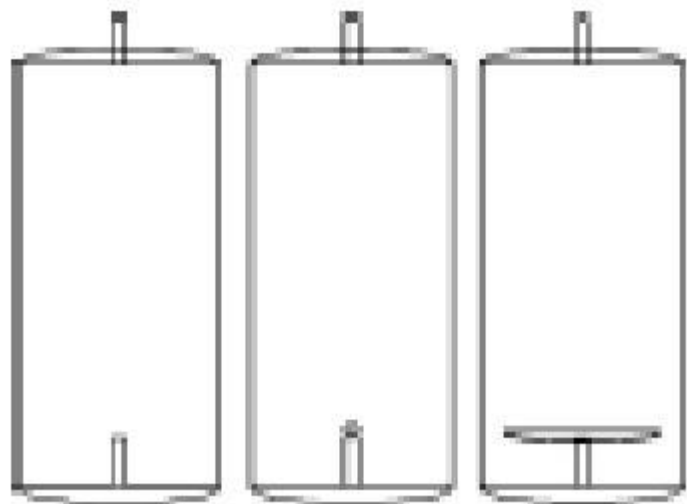


Obr.3 Zabarvení vody při proudění

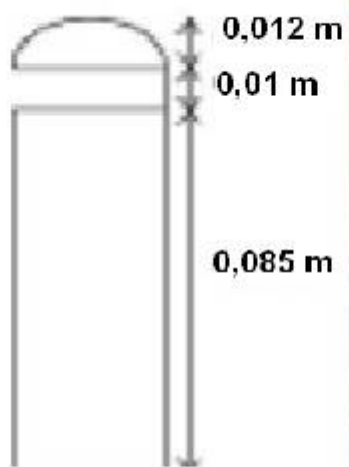


Obr. 4 Stratifikační zásobník

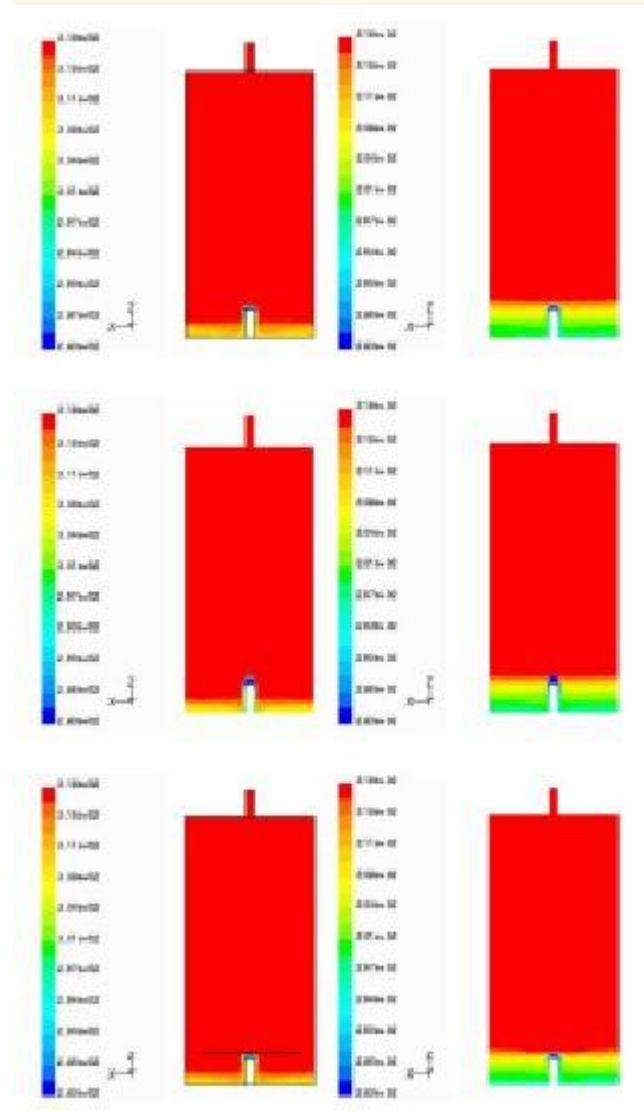
Účinky vtoků do solárních zásobníků



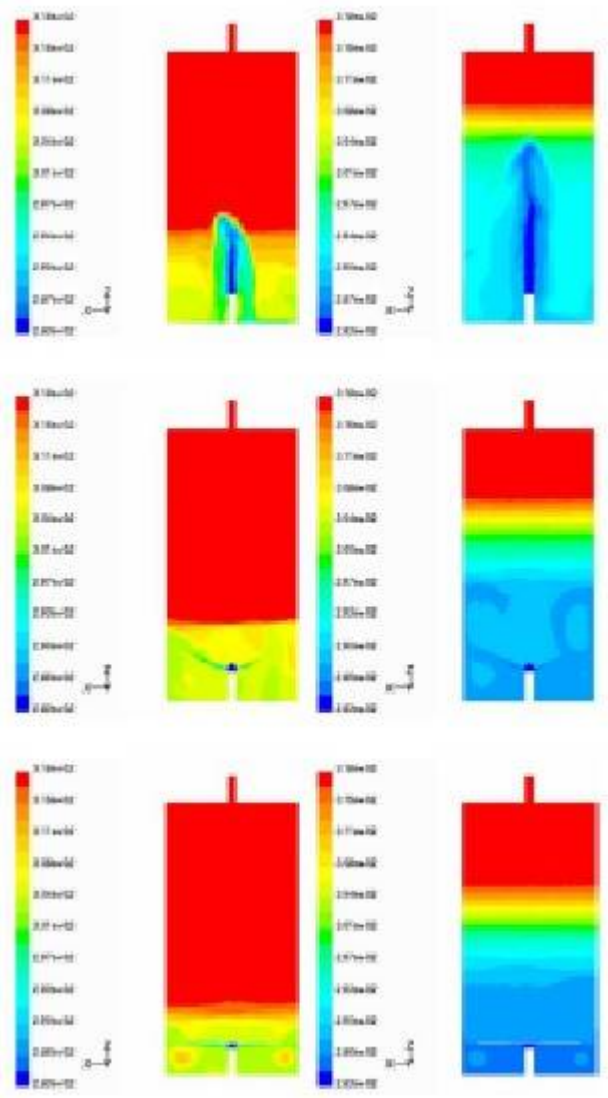
Obr. 5 a) Model obrysu nádrže s třemi různými přitoky



Obr. 5 b) Náčrtek a fotografie přítoku Metra



Obr. 6 a) Plnění zásobníku při různém řešení vstupních hrdel



Obr. 6 b) Plnění zásobníku při různém řešení vstupních hrdel

Závěr z výzkumu L. J. Shah a S. Furbo „Účinky vstupů do solárních zásobníků“ (2003) na TU Lyngby, Dánsko.:

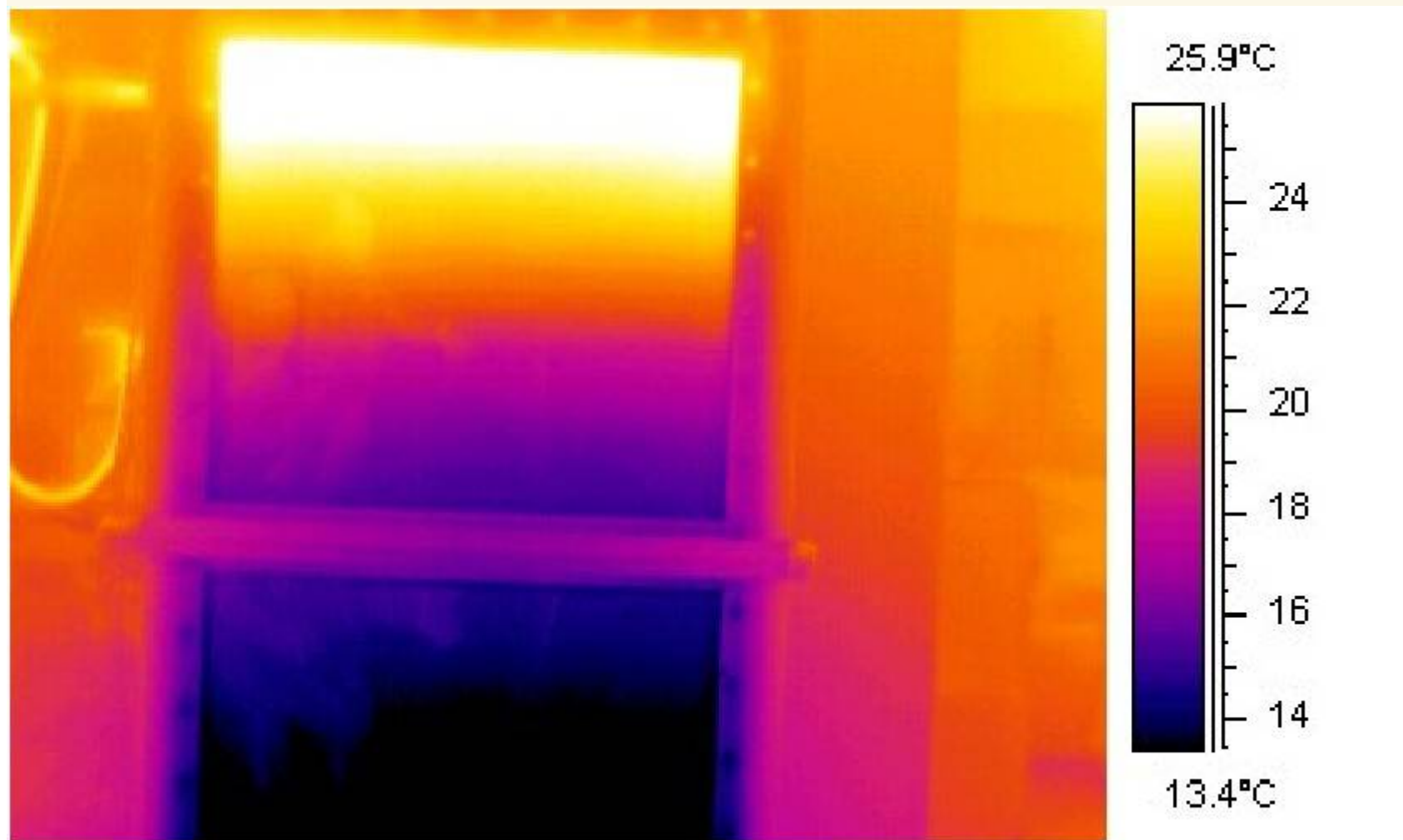
„Teplotní rozvrstvení v solárních zásobnících má hlavní vliv na tepelný výkon solárního systému bez ohledu na to, o jaký typ systému se jedná.“

Způsob jak se vyhnout narušení stratifikace (teplotní rozvrstvení) je nepoužít jakékoli trysky a přímé vstupy do nádrží.

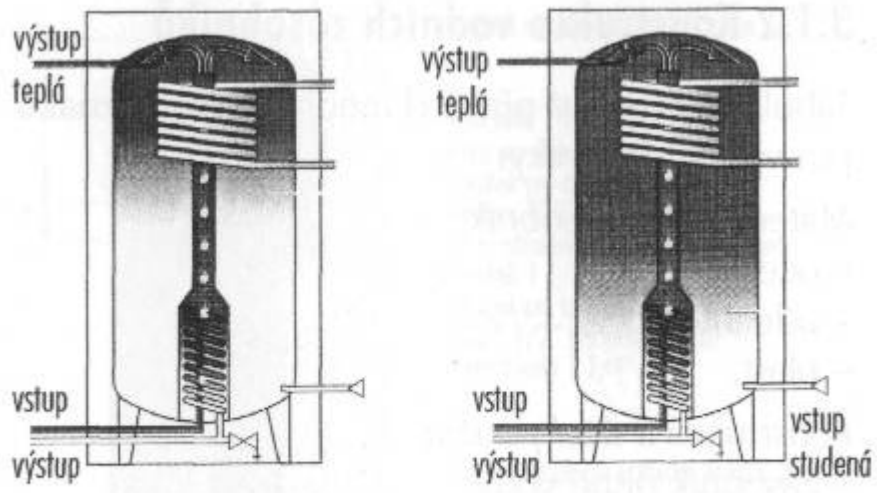
Špatným návrhem vtoku je kvalita energie v zásobníku snižována.



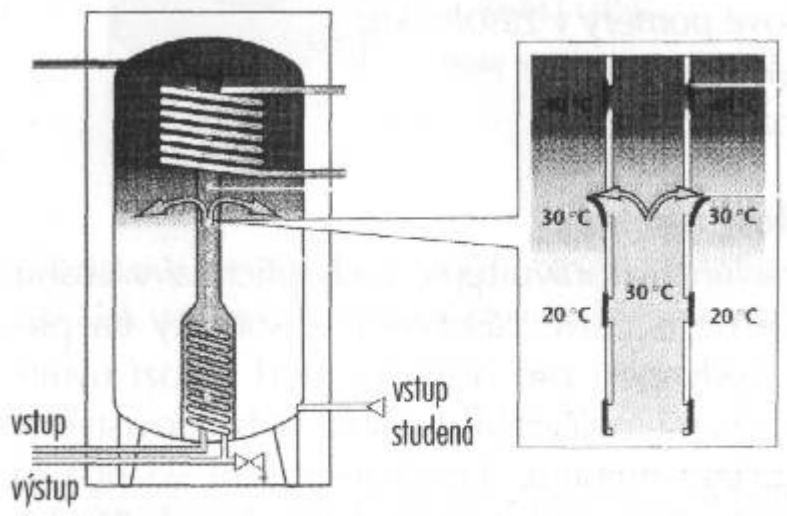
Obr. 7 a) Pokusné zařízení připravené na zkoušku stratifikace



Obr. 7 b) Rozložení teplot ve stratifikačním zásobníku při měření na VŠB-TU

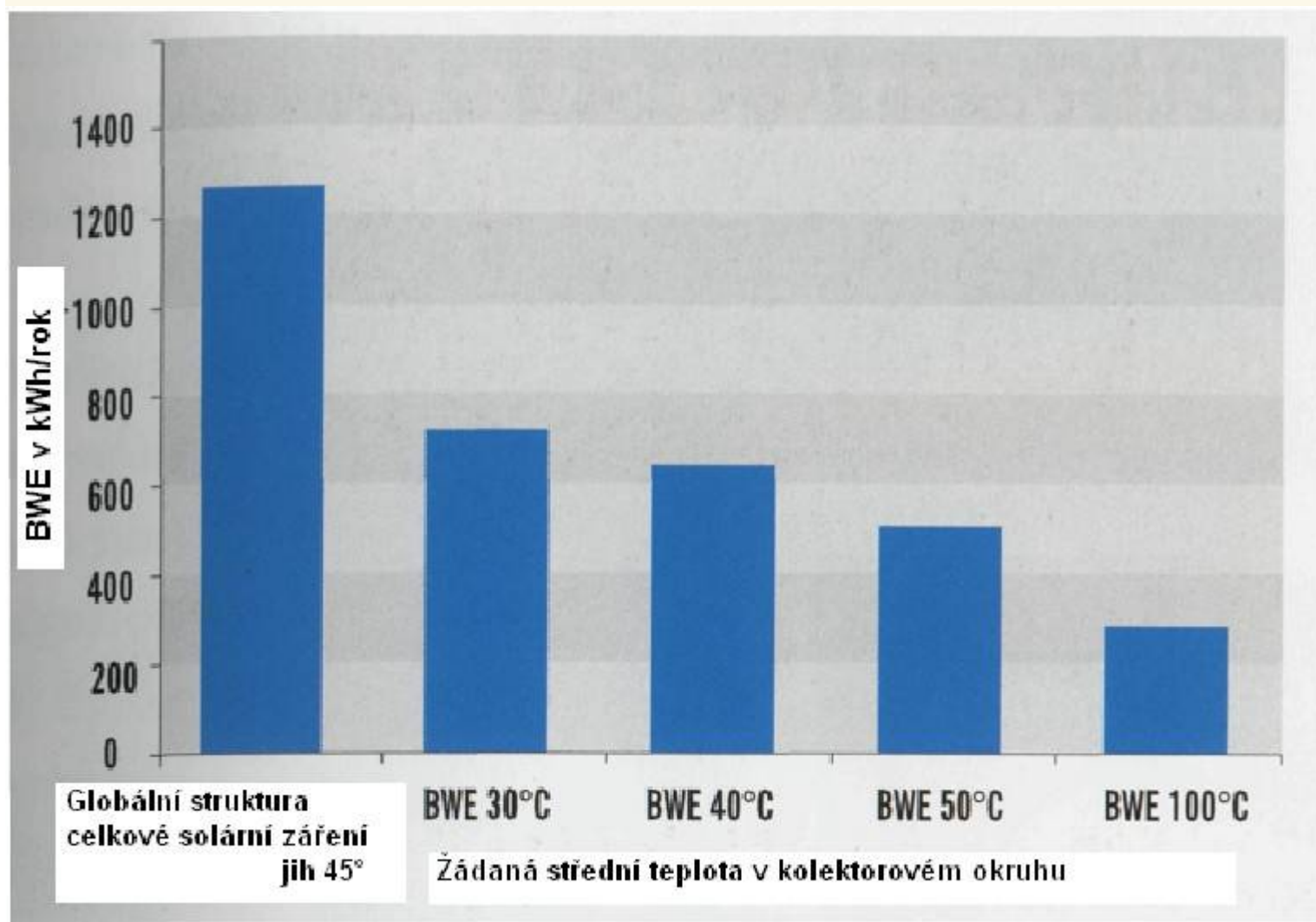


Postup nabíjení při plném ozáření

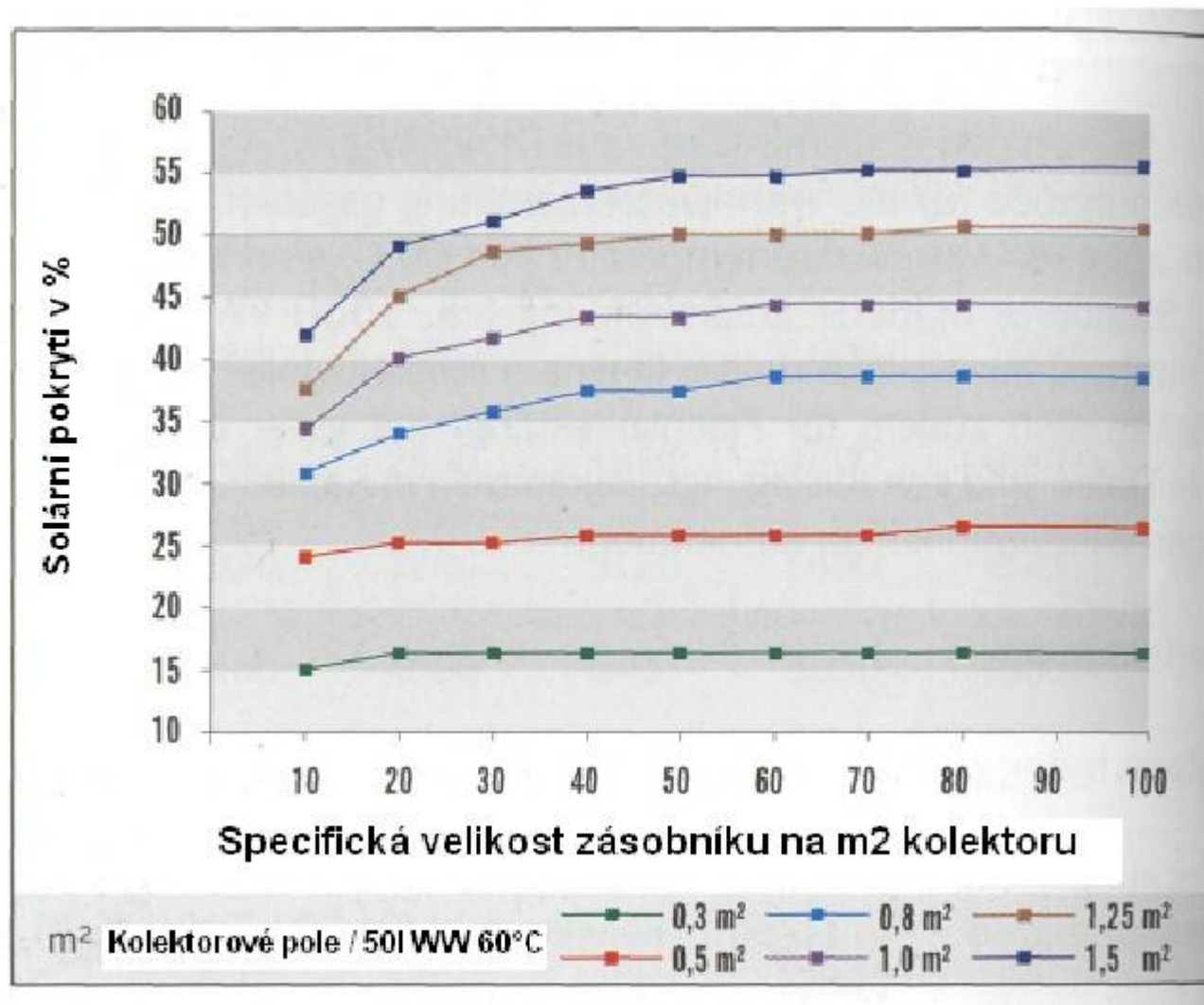


Výstup teplé vody z teplovodní trubky při malém ozáření

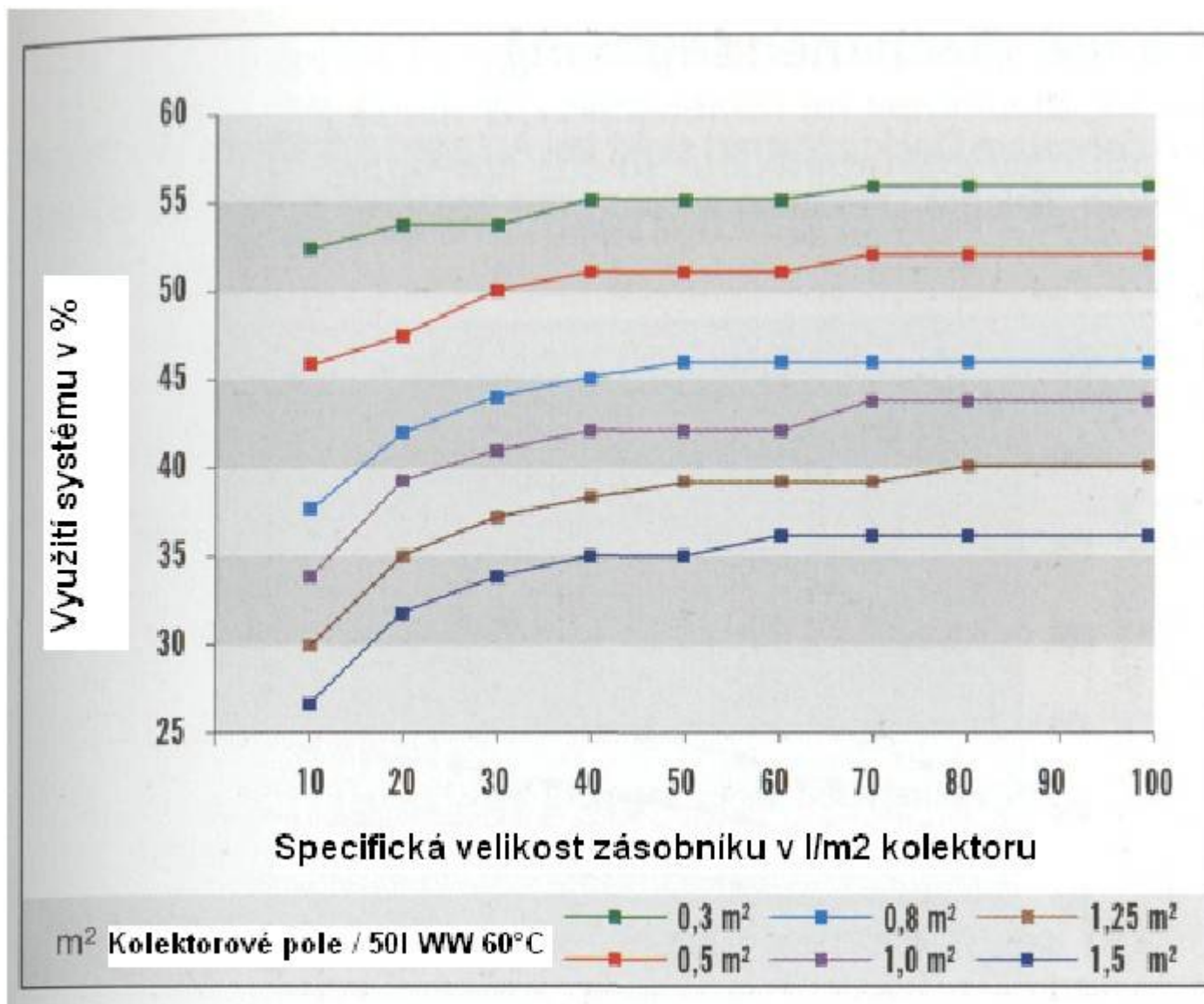
Obr. 8 a) Zásobník s termosifonem firmy Buderus, s nepřímým nabíjením a přímým vybíjením



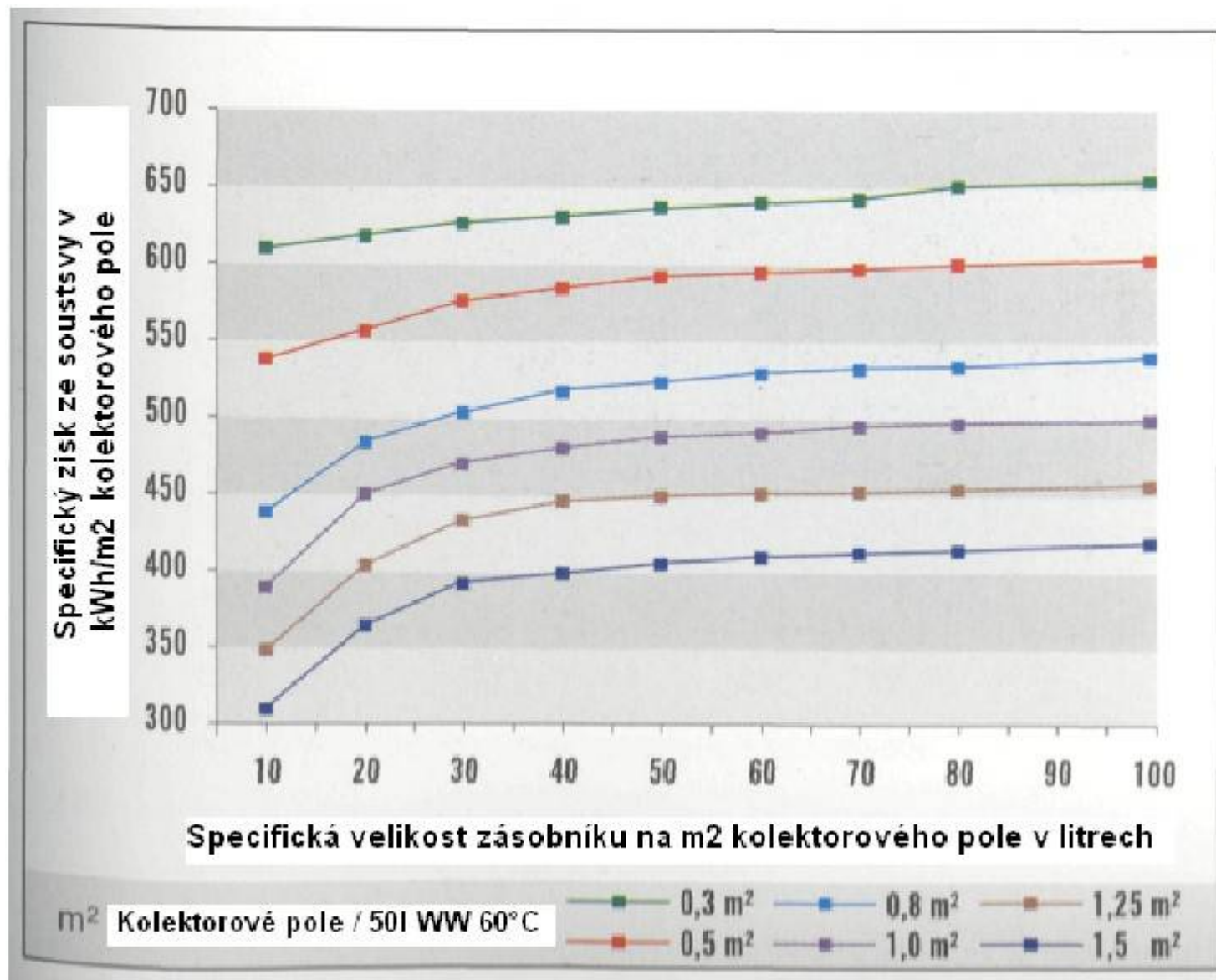
Obr. 9 BWE – celkový solární zisk v kWh/rok zpracováno pro 47° s.š., azimut 0°, sklon kolektorů 45°



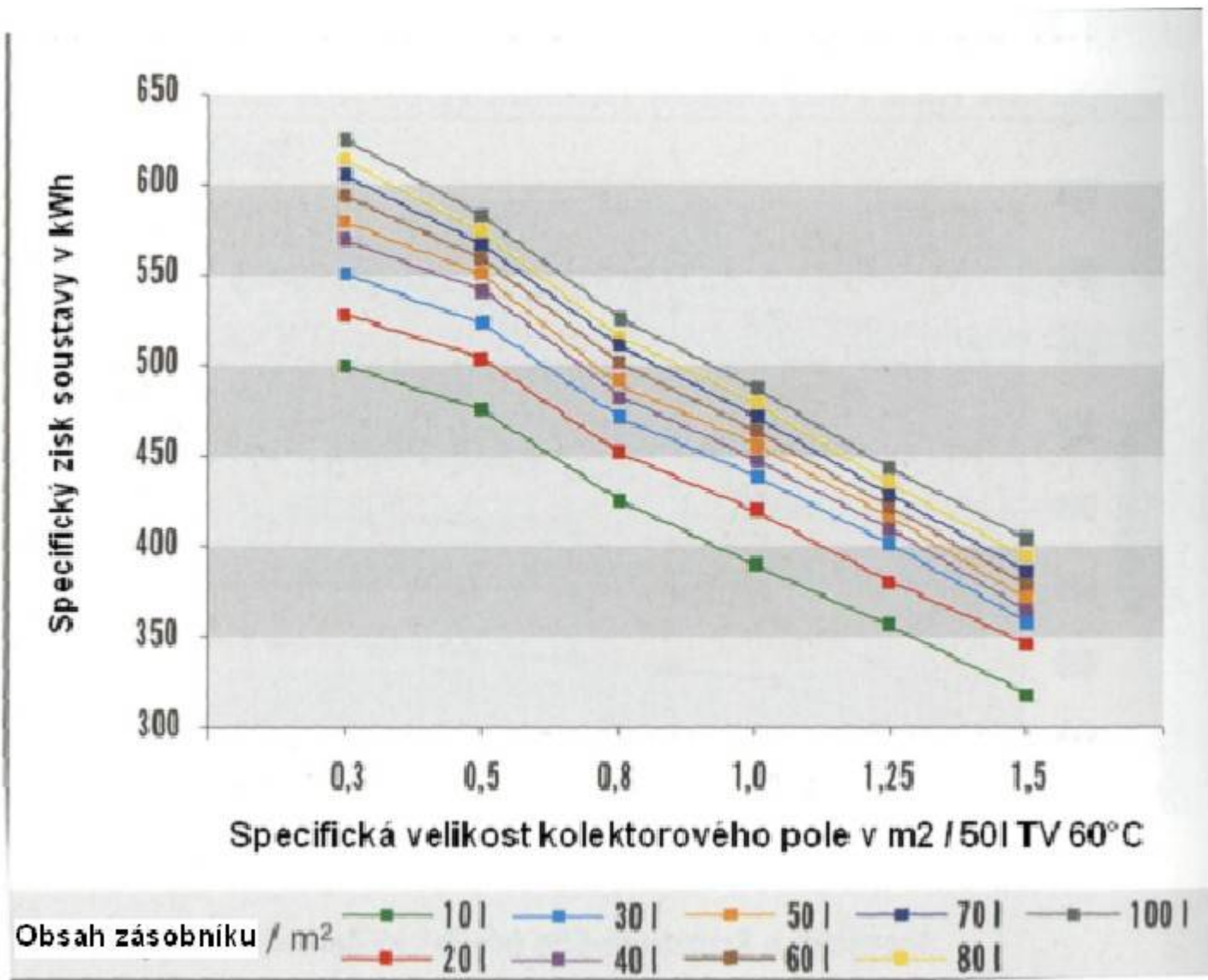
Obr. 10 Solární pokrytí v závislosti na velikosti kolektorového pole a zásobníku



Obr. 11 Využití systému v závislosti na spec. velikosti kolektorů a zásobníku (víkendové využití)



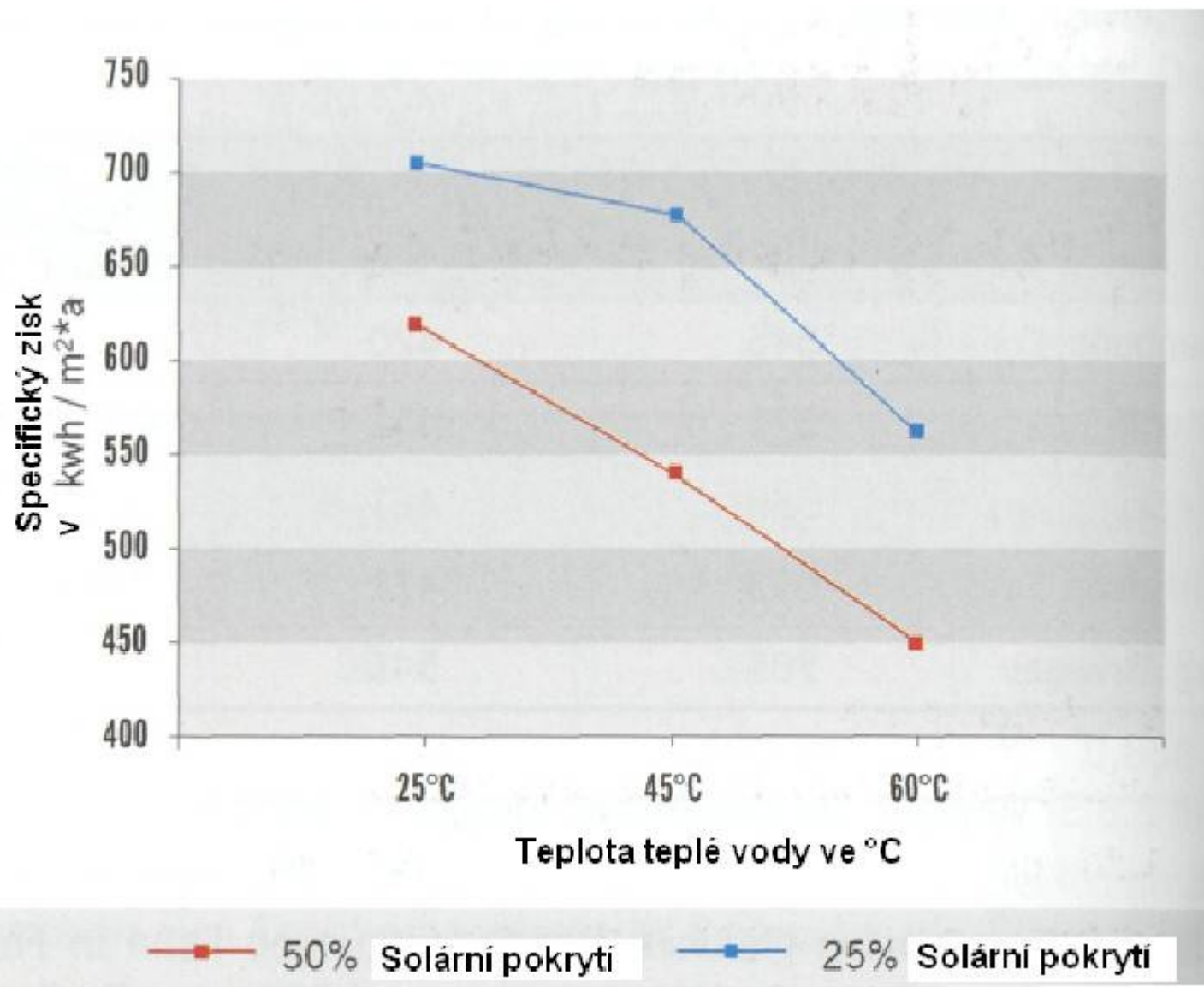
Obr. 12 Zisk na m2 kolektorového pole (víkendové využití)



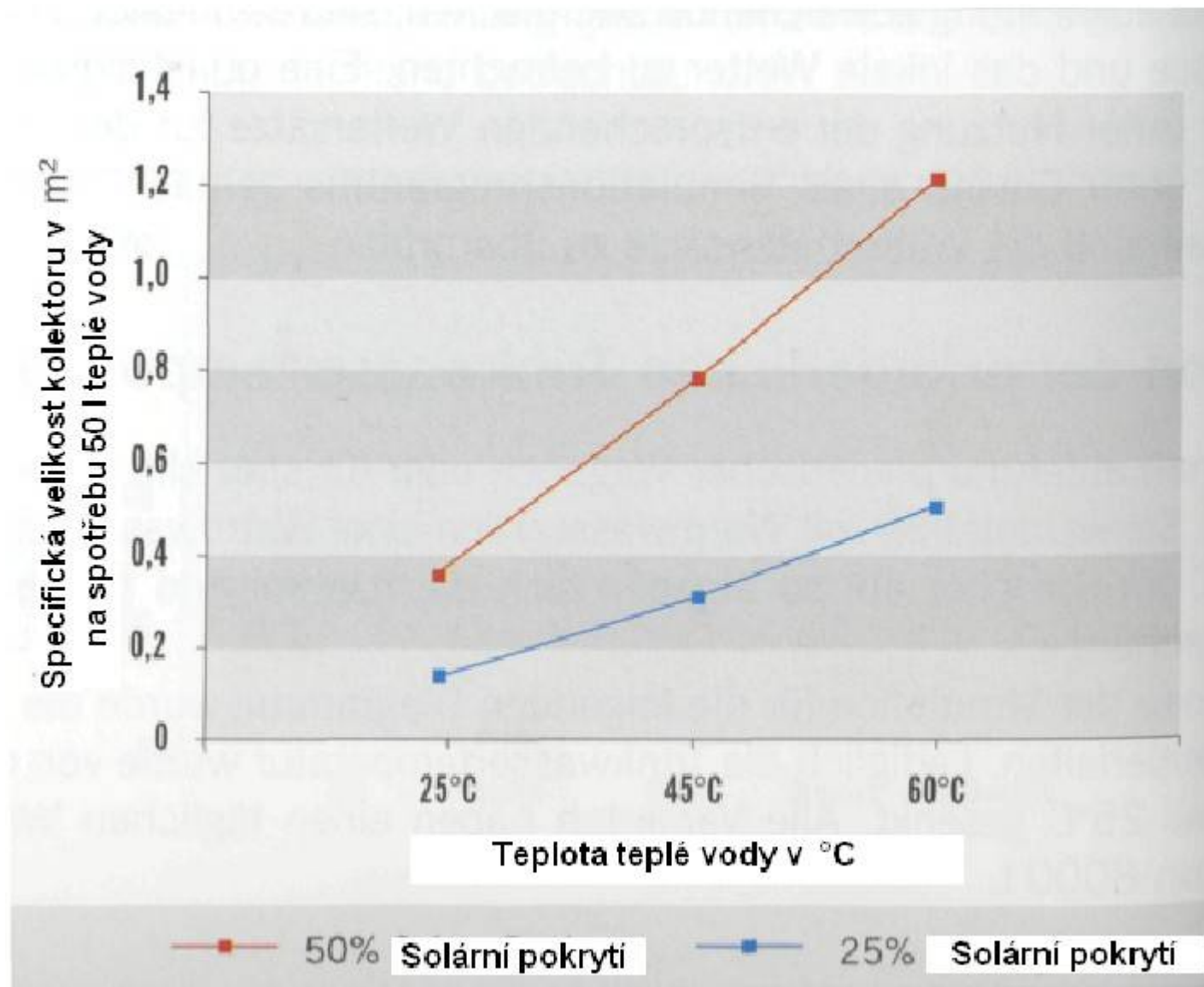
Obr. 13 Specifický zisk v závislosti na specifické velikosti kolektorového pole

Místo	zem. S.Š.	nad.výška m.n.m	Merný zisk pri solárním pokrytí		odchylka
			25%	50%	
Hamburg	53,4	14	545	420	95%
Berlin	52,0	51	573	451	100%
Köln	51,0		589	461	103%
Dresden	51,0	271	593	471	103%
Frieburg/ Breisgau	48		705	545	123%

Tab. 3 Srovnání specifických solárních zisků na různých stanovištích



Obr. 14 Specifický zisk z kolektoru v závislosti na požadované teplotě teplé vody a na solárním pokrytí

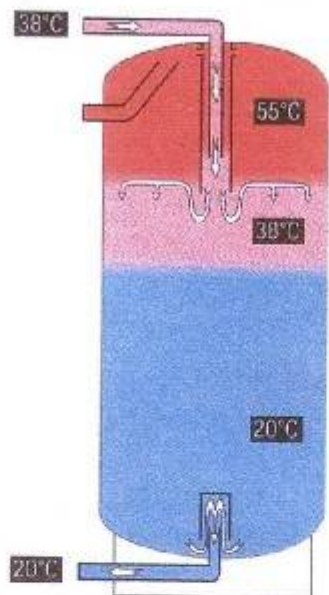


Obr. 15 Specifické plochy kolektorů pro dosažení různých hodnot pokrytí při rozličných teplotách připravované teplé vody

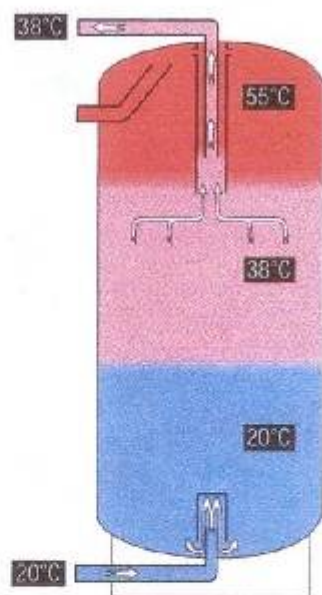
1. Nabíjení zóny teplé vody



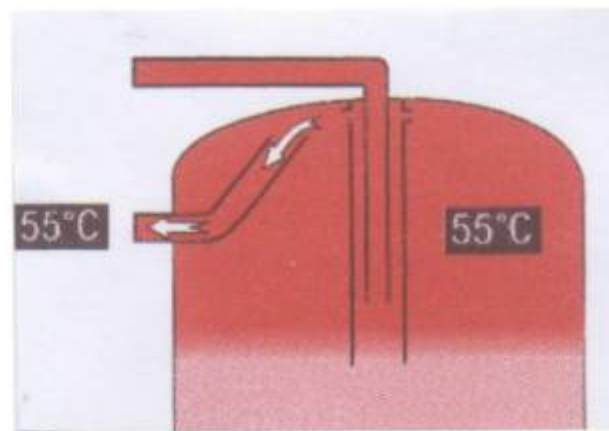
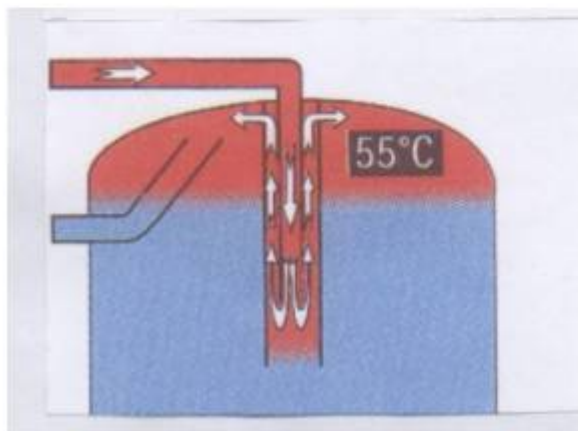
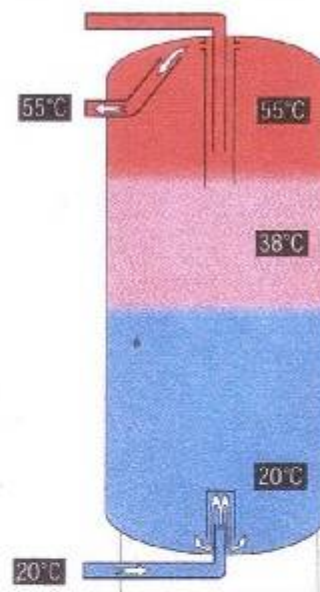
2. Nabíjení zóny vytápění



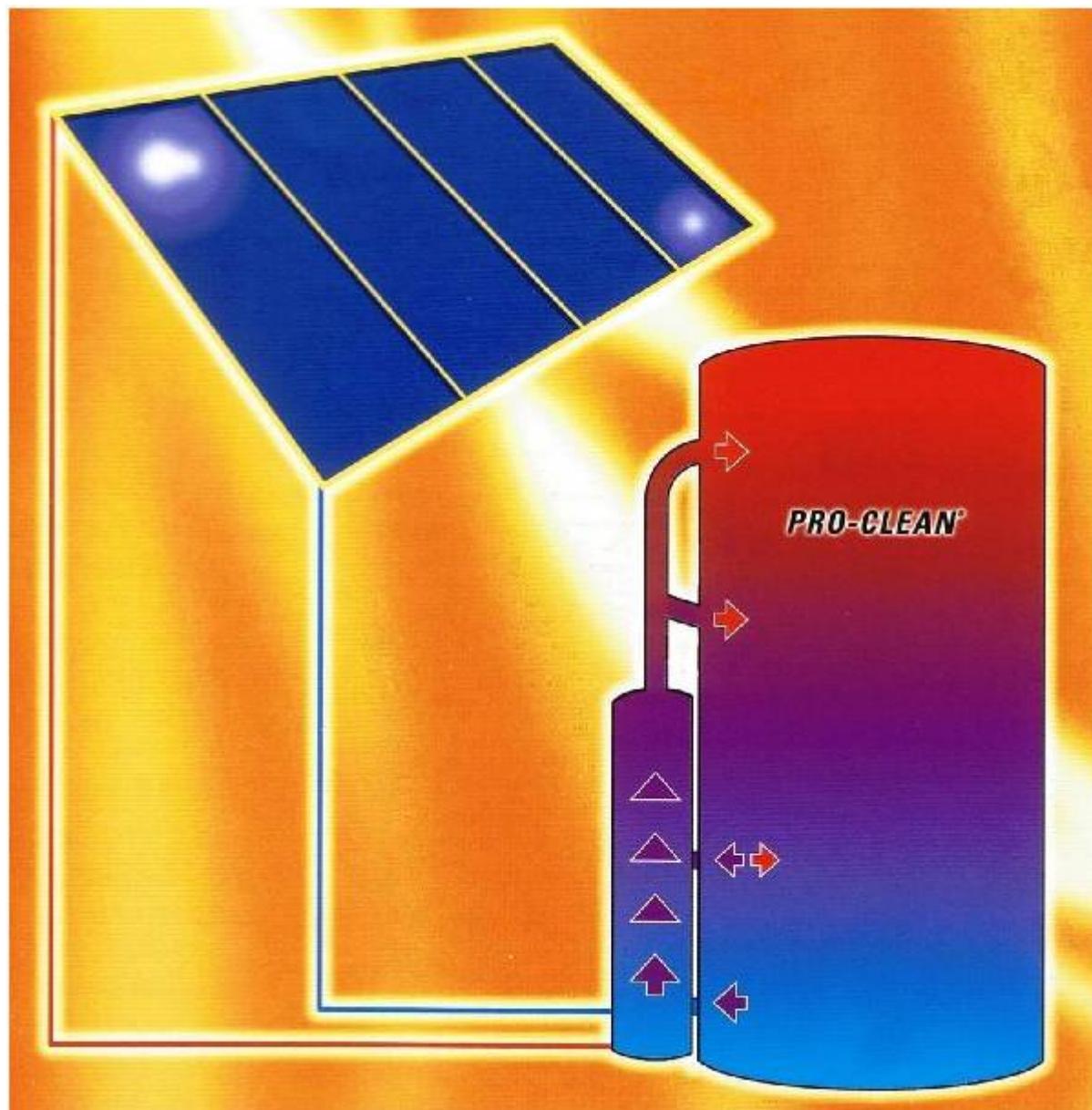
3. Vybíjení zóny teplé vody



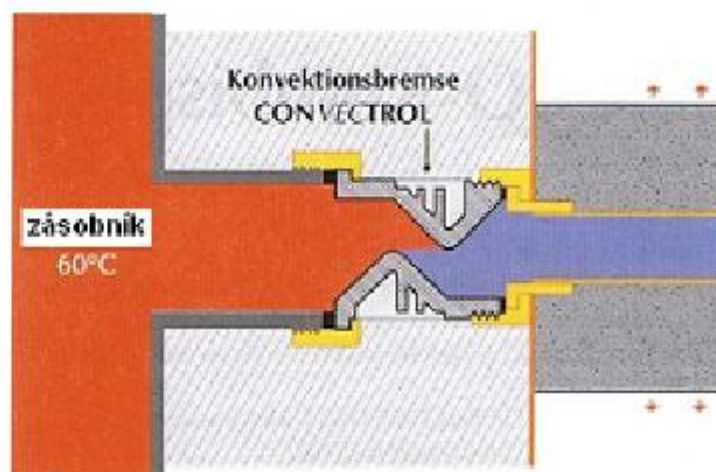
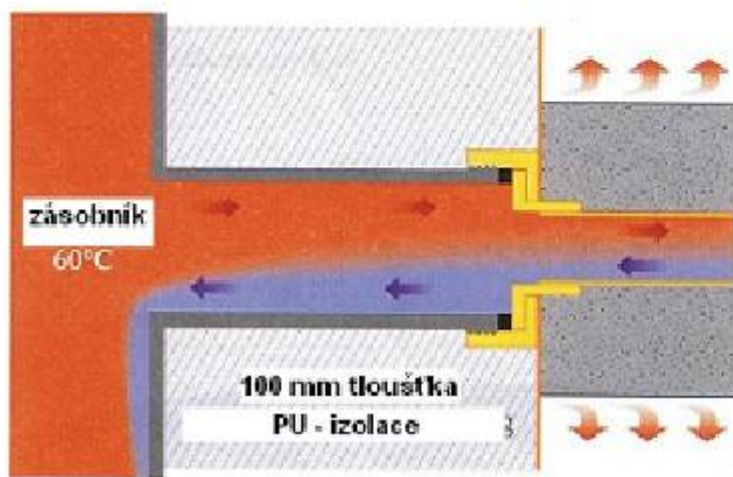
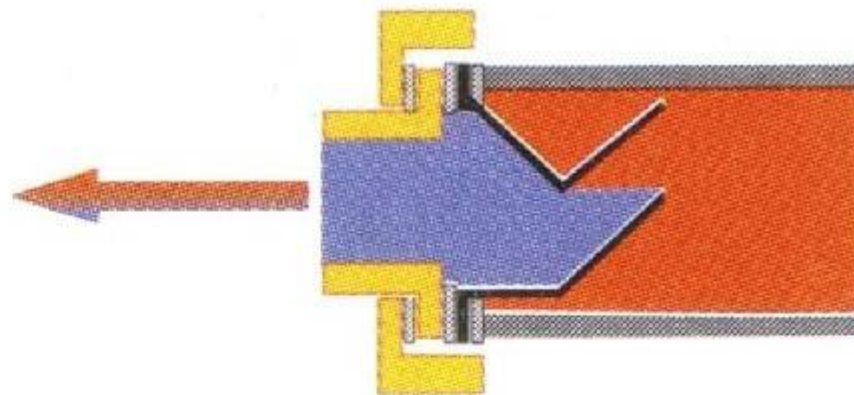
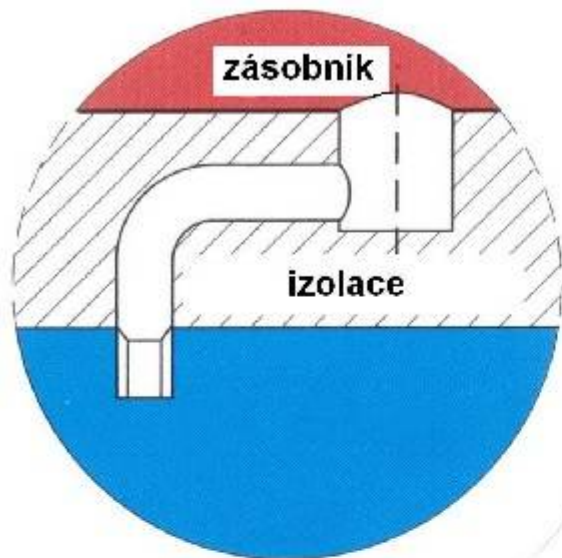
4. Vybíjení zóny vytápění



Obr. 16 Vybíjení a nabíjení stratifikačního zásobníku

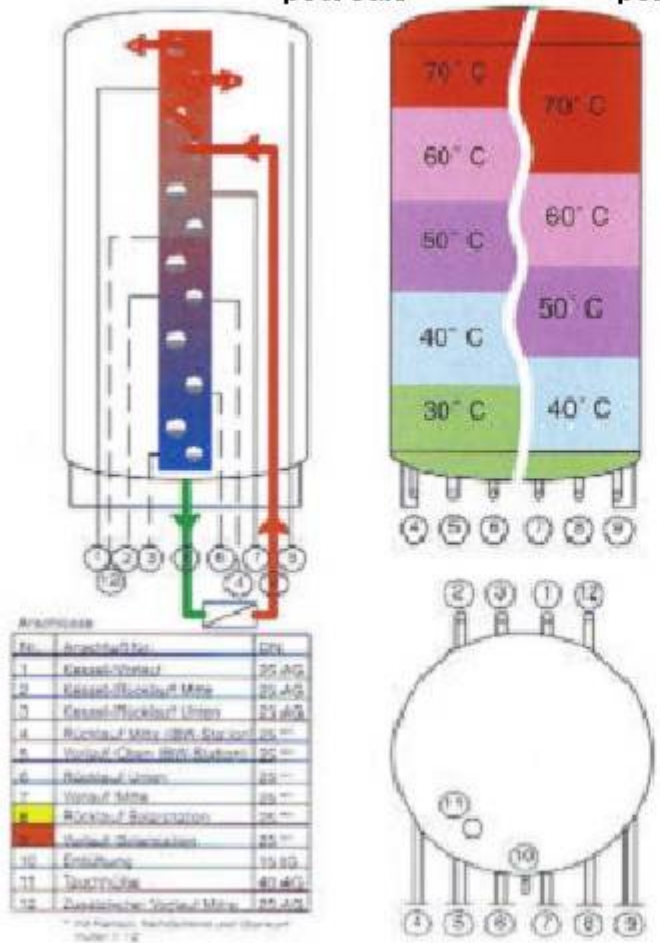


Obr. 17 Stratifikační zásobník s externím výměníkem - nabíjení

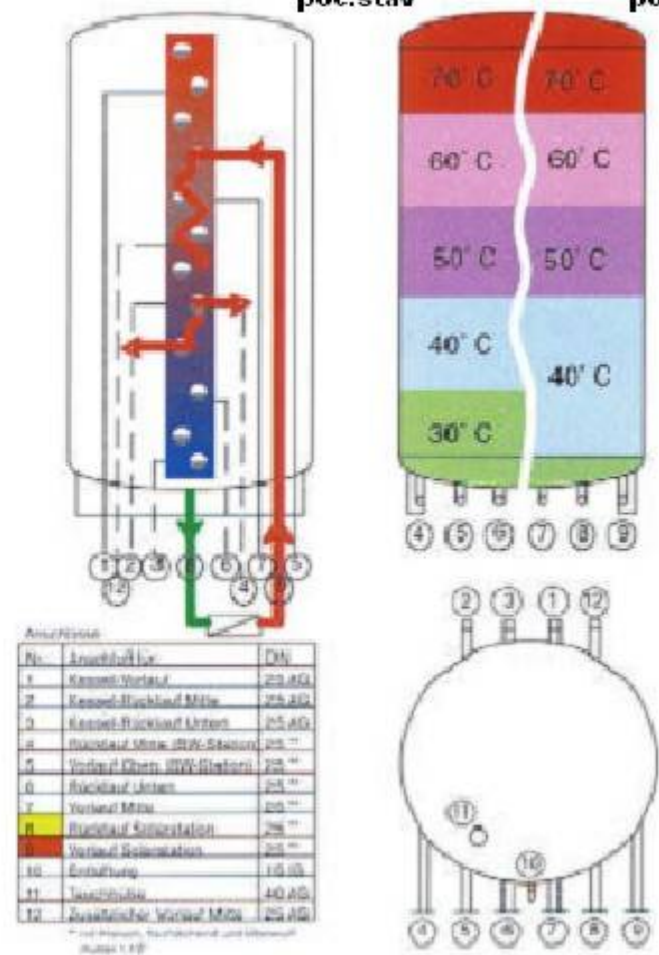


Obr. 18 a,b,c

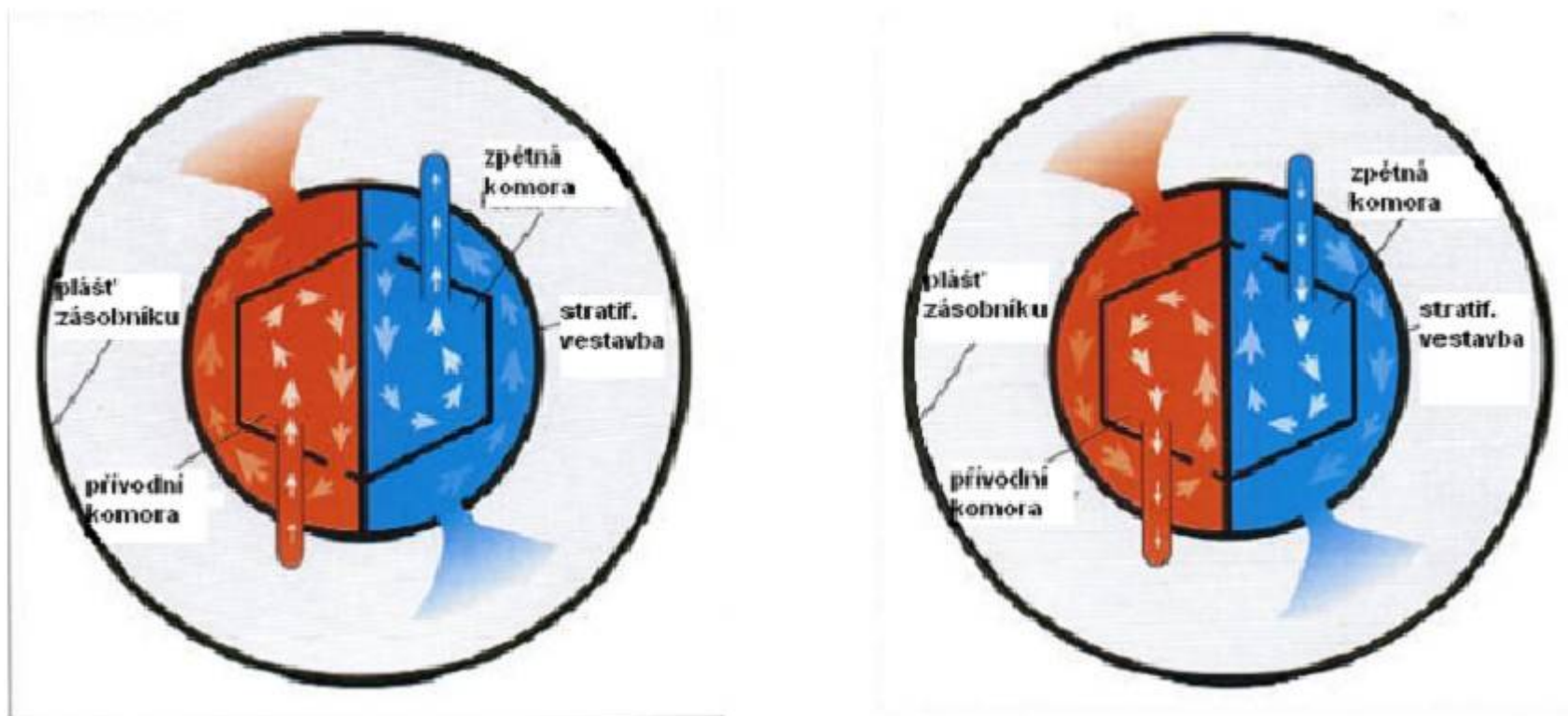
Teploty v zásobníku
poč. stav pozdější



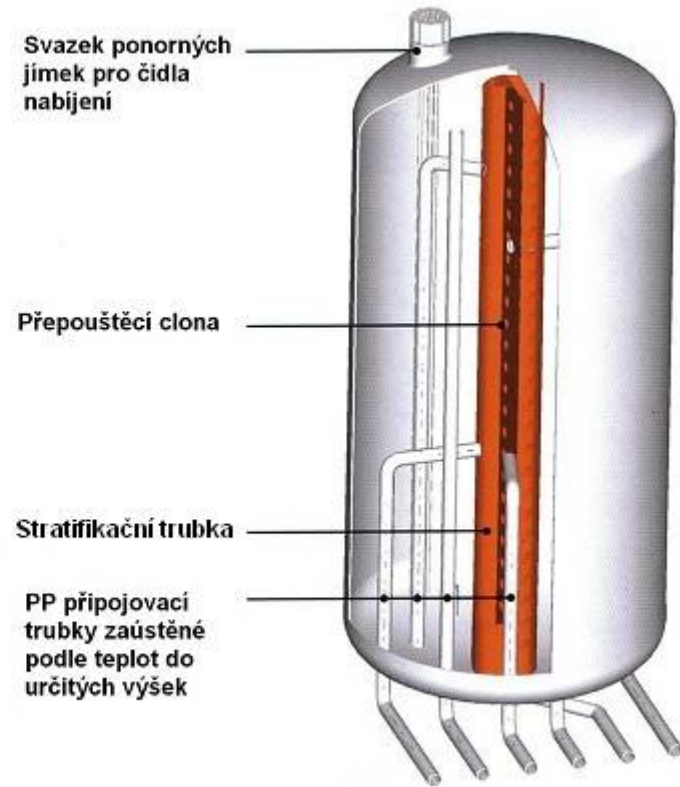
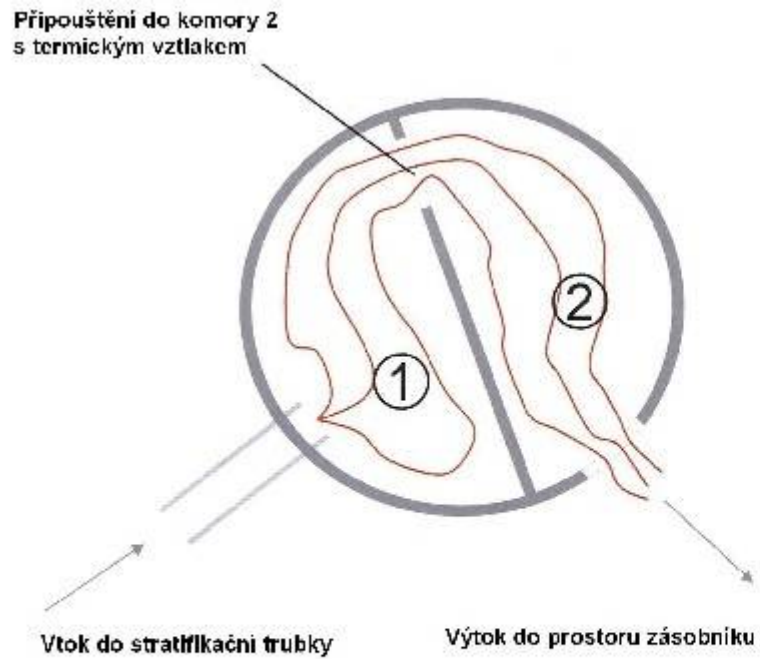
Teploty v zásobníku
poč. stav pozdější



Obr. 19 Teploty ve stratifikačním zásobníku



Obr. 20 a,b Stratifikační vestavby solárního zásobníku



Obr. 21 a,b Stratifikační zásobník s rozdělovacími komorami

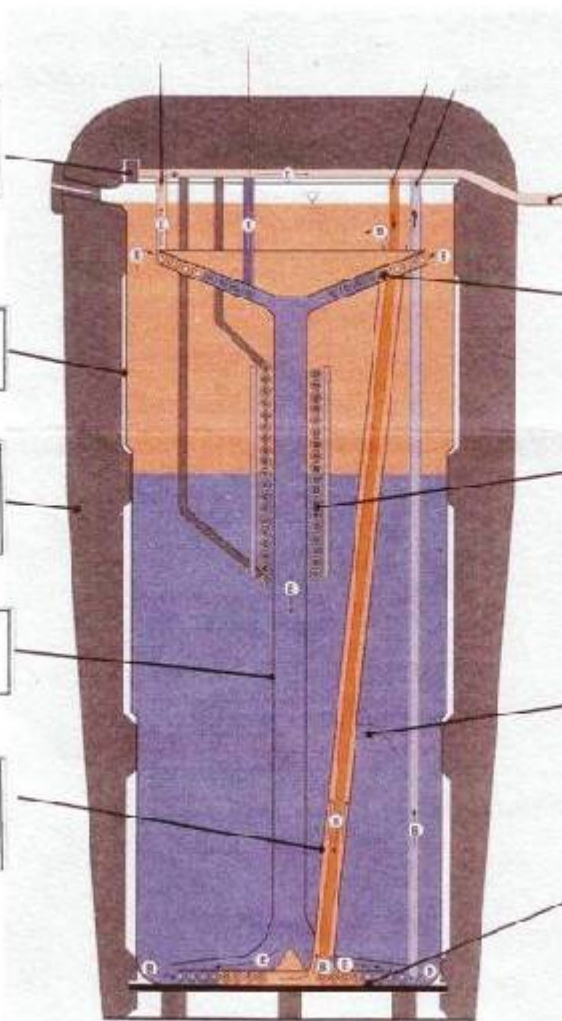
Integrovaný směšovací ventil, pojišťující omezení teploty, slouží i při minimalizaci ztrát potrubím...

Lehká, údržbu nevyžadující plastová nádrž s dlouhou životností...

Optimalizovaná tloušťka izolace stěn, zajišťující nízké tepelné ztráty...

Odtoková trubka pro vychlazenou vodu v zásobníku...

Vzestupný „komin“ (trubka) pro solárně ohřátou vodu v zásobníku, umožňuje její okamžité využití...



Vývody ze zásobníku, opatřené izolací proti tepelným ztrátám, umožňují montáž v pohodlné výšce...

Výměník teplé vody (průtokový chřev) pro hygienickou a bezpečnou přípravu teplé vody...

Výměník pro dohřívání a pro vodu z vytápění (také pro potřebu vyrovnávacího provozu)...

Kulový ventil pro předehřívání dolní oblasti zásobníku při nedostatečném záření**...

Solární tepelný výměník* v nehlubším místě zásobníku...

Obr. 22 Stratifikační zásobník CONUS 500













